



图 1: PointNet++

- 集合收缩：由抽样，组合，小型集合进行用 *PointNet* 特征提取
- 集合扩张：由插值和单元 pointnet(few share fc and relu)

抽样：使用 FPS(最远点抽样)：

- 1、N 个点中随机选取一个点 a_1 ，计算其余点到它的距离，选取距离最远的那个点 (a_2) 加入集合 a_1, a_2
- 2、随后计算其余 $N-2$ 个点到该集合的距离 (选取到该集合某个点最短距离)，又选择其中一个最远的加入集合 a_1, a_2, a_3
- 3、如此往复，直到抽样 K 个点为止

多尺度组合：因为点云各个地方的密集程度不同，导致密集程度不同的地方学习的特征有出入。

组合：球形查询 (给定一个半径) 或者 KNN

插值：

$$f^{(j)}(x) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i(x) f_i^{(j)}}{\sum_{i=1}^k w_i(x)}$$

where $w_i(x) = \frac{1}{d(x, x_i)^p}, j = 1, \dots, C$. 然后将收缩阶段的特征叠加在插值之后的特征中。

分类任务 通过集合收缩之后，对余下的所有点进行一次 PointNet 提取特征，然后用 FC 对其进行分类

语义分割 在分类任务提取整体特征的基础上，通过插值和 skip link connection 还原成原始的 points 个数。